

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03264648
PUBLICATION DATE : 25-11-91

APPLICATION DATE : 30-11-90
APPLICATION NUMBER : 02338517

APPLICANT : KOBE STEEL LTD;

INVENTOR : KATSUMATA MASAOKI;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 6/00 C22C 38/60

TITLE : FREE CUTTING STEEL HAVING GOOD ACCURACY OF SURFACE FINISHED BY MACHINING AND PRODUCTION THEREOF

ABSTRACT : PURPOSE: To produce the free cutting steel having the good accuracy of the surface finished by machining by subjecting a steel having a specific compsn. consisting of C, Si, Mn, Al, P, S, N, and Fe to a specific heat treatment and solutionizing a specific ratio of C into proeutectoid ferrite.

CONSTITUTION: The steel contg. 0.03 to 0.20wt.% C, $\leq 0.30\%$ Si, 0.30 to 1.60% Mn, $\leq 0.050\%$ Al, $\leq 0.12\%$ P, 0.03 to 0.50% S, and $\leq 0.015\%$ N, further, contg. at least one kind of 0.01 to 0.40% Bi, 0.01 to 0.40% Pb, 0.001 to 0.20% Te, and 0.001 to 0.20% Se at need, and consisting of the balance Fe and unavoidable impurities is heated up to an austenite region and is then slowly cooled down to a temp. region of 500 to 700°C. The proeutectoid ferrite is precipitated in the steel in this way. This steel is then rapidly cooled from the above-mentioned temp. region to solutionize 5 to 50ppm C into the proeutectoid ferrite. The steel may be thereafter subjected to an aging treatment at need to precipitate the above-mentioned solid soln. C as a fine carbide of $\leq 100\text{nm}$ diameter at which the carbide can be resolutionized into the proeutectoid ferrite during machining at need. The free cutting steel having the good accuracy of the surface finished by machining is obtd. in this way.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-264648

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月25日

C 22 C 38/00
C 21 D 6/00
C 22 C 38/60

3 0 1 M 7047-4K
J 7047-4K

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 12 頁)

⑭ 発明の名称 切削仕上面精度のよい快削鋼及びその製造方法

⑯ 特 願 平2-338517

⑰ 出 願 平2(1990)11月30日

優先権主張 ⑱ 平2(1990)2月28日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平2-50311

㉑ 発 明 者 家 口 浩 兵庫県神戸市垂水区高丸7-3-2-214

㉒ 発 明 者 勝 亦 正 昭 兵庫県神戸市西区岩岡町岩岡616-29

㉓ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

㉔ 代 理 人 弁理士 牧野 逸郎

明 細 書

1. 発明の名称

切削仕上面精度のよい快削鋼及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%にて

C 0.03~0.20%、

Si 0.30%以下、

Mn 0.30~1.60%、

Al 0.050%以下、

P 0.12%以下、

S 0.03~0.50%、及び

N 0.015%以下

を含み、且つ、

C 5~50ppm を初析フェライト中に固

溶し、

残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴

とする切削仕上面精度のよい快削鋼。

(2) 重量%にて

(a) C 0.03~0.20%、

Si 0.30%以下、

Mn 0.30~1.60%、

Al 0.050%以下、

P 0.12%以下、

S 0.03~0.50%、及び

N 0.015%以下

を含み、且つ、

C 5~50ppm を初析フェライト中に固

溶し、更に、

(b) Bi 0.01~0.40%、

Pb 0.01~0.40%、

Te 0.001~0.20%、及び

Se 0.001~0.20%、

よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素

を含み、

残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴

とする切削仕上面精度のよい快削鋼。

(3) 重量%にて

C 0.03~0.20%、

Si 0.30%以下、

Mn 0.30~1.60%、

A l 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03~0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼をオーステナイト域に加熱した後、500~700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5~50ppm固溶させることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼の製造方法。

(4) 重量%にて

(a) C 0.03~0.20%、
 S i 0.30%以下、
 M n 0.30~1.60%、
 A l 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03~0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、更に、

(b) B i 0.01~0.40%、
 P b 0.01~0.40%、
 T e 0.001~0.20%、及び
 S e 0.001~0.20%、

を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼をオーステナイト域に加熱した後、500~700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5~50ppm固溶させることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼の製造方法。

(5) 重量%にて

C 0.03~0.20%、
 S i 0.30%以下、
 M n 0.30~1.60%、
 A l 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03~0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、且つ、5~50ppmのCを切削中に初

析フェライト中に再固溶し得る直径100nm以下の微細な炭化物として析出し、残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼。

(6) 重量%にて

(a) C 0.03~0.20%、
 S i 0.30%以下、
 M n 0.30~1.60%、
 A l 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03~0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、且つ、を含み、且つ、5~50ppmのCを切削中に初析フェライト中に再固溶し得る直径100nm以下の微細な炭化物として析出し、更に、

(b) B i 0.01~0.40%、
 P b 0.01~0.40%、
 T e 0.001~0.20%、及び
 S e 0.001~0.20%、

よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼。

(7) 重量%にて

C 0.03~0.20%、
 S i 0.30%以下、
 M n 0.30~1.60%、
 A l 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03~0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼をオーステナイト域に加熱した後、500~700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5~50ppm固溶させ、その後、50~300℃の温度域にて時効させることによつて、固溶Cを切削中に初析フェライトに再固溶し得る直径100nm以下

の微細な炭化物として析出させることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼の製造方法。

(g) 重量%にて

- (a) C 0.03～0.20%、
 Si 0.30%以下、
 Mn 0.30～1.60%、
 Al 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03～0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、更に、

- (b) Bi 0.01～0.40%、
 Pb 0.01～0.40%、
 Te 0.001～0.20%、及び
 Se 0.001～0.20%、

を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼をオーステナイト域に加熱した後、500～700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5～50ppm固溶

させ、その後、50～300℃の温度域にて時効させることによつて、固溶Cを切削中に初析フェライトに再固溶し得る直径100nm以下の微細な炭化物として析出させることを特徴とする切削仕上面精度のよい快削鋼の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、切削仕上面精度のよい快削鋼及びその製造方法に関する。

従来の技術

切削加工に供される被削材の被削性は、切削加工後の精度向上や生産性向上のために重要であるので、従来、種々の分野にて被削性のよい快削鋼が広く用いられている。

鋼の被削性には、幾つかの要因が含まれており、切削条件等によつて、それぞれの要因は、その重要度が異なる。快削鋼の切削においては、特に、仕上面精度が重要であつて、そのために、イオウ快削鋼や、鉛を添加した複合快削鋼が広く用いられている。

7

8

仕上面精度を更に向上させるときは、窒素量を増加させた鋼が用いられることがある。しかし、このような窒素添加鋼においては、窒素添加の仕上面精度に及ぼす影響にばらつきが多いほか、窒素量の高い特殊な原料を用いることによる原料費用の上昇や、連続鍛造中或いは分塊圧延中に割れるという熱間加工性の低下等の問題もある。

発明が解決しようとする課題

本発明は、上記した問題を解決するためになされたものであつて、切削仕上面精度のよい快削鋼及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

本発明による切削仕上面精度のよい快削鋼の第1は、重量%にて

- C 0.03～0.20%、
 Si 0.30%以下、
 Mn 0.30～1.60%、
 Al 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03～0.50%、及び

- N 0.015%以下

を含み、且つ、

- C 5～50ppm を初析フェライト中に固溶し、

残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴とする。

本発明による切削仕上面精度のよい快削鋼の第2は、重量%にて

- (a) C 0.03～0.20%、
 Si 0.30%以下、
 Mn 0.30～1.60%、
 Al 0.050%以下、
 P 0.12%以下、
 S 0.03～0.50%、及び
 N 0.015%以下

を含み、且つ、

- C 5～50ppm を初析フェライト中に固溶し、更に、

- (b) Bi 0.01～0.40%、
 Pb 0.01～0.40%、

9

10

Te 0.001~0.20%、及び
Se 0.001~0.20%、
よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を
含み、
残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴と
する。

本発明によるかかる第1の群の快削鋼は、本発
明に従つて、

重量%にて

- (a) C 0.03~0.20%、
Si 0.30%以下、
Mn 0.30~1.60%、
Al 0.050%以下、
P 0.12%以下、
S 0.03~0.50%、及び
N 0.015%以下
を含み、更に、必要に応じて、
(b) Bi 0.01~0.40%、
Pb 0.01~0.40%、
Te 0.001~0.20%、及び

1 1

する。

本発明による切削仕上面精度のよい快削鋼の第
4は、重量%にて

- (a) C 0.03~0.20%、
Si 0.30%以下、
Mn 0.30~1.60%、
Al 0.050%以下、
P 0.12%以下、
S 0.03~0.50%、及び
N 0.015%以下

を含み、且つ、を含み、且つ、5~50ppmのC
を切削中に初析フェライト中に再固溶し得る直径
100nm以下の微細な炭化物として析出し、更
に、

- (b) Bi 0.01~0.40%、
Pb 0.01~0.40%、
Te 0.001~0.20%、及び
Se 0.001~0.20%、

よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を
含み、

1 3

Se 0.001~0.20%、
を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼を
オーステナイト域に加熱した後、500~700
℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出
させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初
析フェライト中にCを5~50ppm固溶させるこ
とによつて得ることができる。

本発明による切削仕上面精度のよい快削鋼の第
3は、重量%にて

- C 0.03~0.20%、
Si 0.30%以下、
Mn 0.30~1.60%、
Al 0.050%以下、
P 0.12%以下、
S 0.03~0.50%、及び
N 0.015%以下

を含み、且つ、5~50ppmのCを切削中に初析
フェライト中に再固溶し得る直径100nm以下
の微細な炭化物として析出し、
残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴と

1 2

残部鉄及び不可避免的不純物よりなることを特徴と
する。

かかる本発明による第2群の快削鋼は、本発明
に従つて、重量%にて

- (a) C 0.03~0.20%、
Si 0.30%以下、
Mn 0.30~1.60%、
Al 0.050%以下、
P 0.12%以下、
S 0.03~0.50%、及び
N 0.015%以下

を含み、更に、必要に応じて、

- (b) Bi 0.01~0.40%、
Pb 0.01~0.40%、
Te 0.001~0.20%、及び
Se 0.001~0.20%、

を含み、残部鉄及び不可避免的不純物よりなる鋼を
オーステナイト域に加熱した後、500~700
℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出
させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初

1 4

析フェライト中にCを5～50ppm固溶させ、その後、50～300℃の温度域にて時効させることによつて、固溶Cを切削中に初析フェライトに再固溶し得る直径100nm以下の微細な炭化物として析出させることによつて得ることができる。

快削鋼の仕上面精度は、構成刃先の生成、大きさ及び形状に大きく依存する。構成刃先は、ある一定の切削条件下でのみ生成するが、一般に、業界における快削鋼の切削条件は、上記構成刃先が生成する条件であることが多い。構成刃先の生成は、仕上面精度を劣化させるが、しかし、同時に、工具の刃先を保護して、工具寿命を向上させるので、構成刃先を完全になくすことは、得策でないからである。従つて、かかる観点に立てば、快削鋼の切削において、適度な大きさ及び形状にて安定した構成刃先を生成させることが、工具寿命を大幅に低下させることなく、仕上面精度を向上させることに繋がる。

ところで、構成刃先の生成は、動的歪時効によつて影響を受ける。即ち、切削中、変形に用いら

れたエネルギーによつて、温度が上昇し、条件によつては、動的歪時効が起こり、この動的歪時効が大きくなるにつれて、構成刃先が小さくなり、安定して生成することが知られている。本発明者らは、かかる事実に着目し、動的歪時効を起こす初析フェライト中の固溶Cを増加させ、構成刃先を小さく安定化することによつて、快削鋼の仕上面精度を向上させることができることを見出して、前述した第1群の新規な快削鋼に到達したものである。

更に、過飽和に初析フェライト中に固溶したCは、約50℃以上、300℃以下の温度域での時効によつて、εカーバイド又はその前駆的な状態にて析出する。そして、切削中に、二次剪断域の温度が約400℃以上になると、これらの炭化物が十分に小さければ、初析フェライトに再固溶し、動的歪時効を引き起こす。従つて、このように、微細な炭化物として固定されるC量の増加につれて、動的歪時効の影響が大きくなり、それによつて構成刃先を小さく安定化させて、仕上面精度を

15

向上させることができることを見出して、前述した第2群の新規な快削鋼に到達したものである。

従つて、本発明によれば、窒素量の高い特殊な原料の添加を必要とせずして、仕上面精度のばらつきを少なくして、かくして、切削仕上面精度のよい快削鋼を得ることができる。更に、本発明によれば、窒素量を増加させたときに生じる熱間加工性の低下も防止することができる。

次に、本発明による快削鋼における化学成分について説明する。

Cは、必要な強度を確保するために、また、余りにも少ないときは、被削性が低下するので、0.03%以上の添加を必要とする。しかし、過多に添加するときも、被削性が低下し、また、Cを初析フェライト中に安定に固溶させることが困難となり、或いはCを微細な炭化物として析出させることが困難となるので、添加量の上限は、0.20%とする。

Siは、脱酸補助剤として用いられることがあるが、多量に添加するとき、被削性を低下させ

17

るので、添加量は、0.03%以下とする。

Mnは、MnSの形成のために、少なくとも0.30%の添加を必要とするが、過多に添加するときは、被削性を低下させるので、上限を1.60%とする。

Alは、脱酸剤及び結晶粒度調整剤として用いられることがあるが、過多に添加するときは、被削性を低下させるので、上限を0.050%とする。

Pは、被削性の向上のために添加することがあるが、過多に添加するときは、靱性を劣化させるので、上限を0.12%とする。

Sは、前述したMnSを生成して、被削性を向上させる作用を有し、かかる効果を有効に得るために、0.03%以上の添加を必要とする。しかし、過多に添加するときは、熱間加工性を低下させるので、上限を0.50%とする。

Nは、前述したように、仕上面精度を向上させる効果を有するが、過多に添加しても、特に、それに見合う利点がなく、他方、熱間加工性を低下させるので、添加量は、上限を0.015%とする。

18

本発明による第1群の快削鋼においては、Cを初析フェライト中に固溶させることによつて、切削における構成刃先を小さく安定化させる。そのために、本発明によれば、初析フェライト中に固溶させるC量は、動的歪時効を起こさせるために、少なくとも5 ppmが必要である。しかし、過多に固溶させても、特に、顕著な効果の増大も認められないので、初析フェライト中に固溶させるC量の上限は、50 ppmとする。

更に、本発明による第2群の快削鋼においては、微細な炭化物として析出させるC量は、動的歪時効を起こさせるために、少なくとも5 ppmが必要である。しかし、過多に析出させても、特に、顕著な効果の増大も認められないので、微細な炭化物として析出させるC量の上限は、50 ppmとする。

また、炭化物が余りに大きいときは、切削中に固溶しないことがあるので、炭化物の平均値の上限は100 nmとする。

本発明による快削鋼は、上記した元素に加えて、

鋼の被削性を向上させるBi、Pb、Te及びSeよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有していてもよい。このような被削性の向上を得るためには、Bi及びPbについては、それぞれ0.01%以上の添加を必要とし、Te及びSeについては、それぞれ0.001%以上の添加を必要とする。しかし、これらの元素も、過多に添加しても、特に、顕著な効果の増大も認められず、更に、製造費用を徒に高めるところから、添加量の上限は、Bi及びPbについては、それぞれ0.40%とし、Te及びSeについては、それぞれ0.20%とする。

本発明によるかかる第1群の快削鋼は、第1図にその処理バターンの一例を示すように、上述したような化学成分を有する鋼を本発明に従つてオーステナイト域に加熱した後、500～700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5～50 ppm 固溶させることによつて得ることができる。

19

20

鋼の加熱温度は、鋼組織をオーステナイト化するに必要な温度であれば、特に、制限されるものではなく、また、冷却前の履歴は、どのようなものであつても、差し支えない。即ち、第1図に示すように、オフラインでの再加熱のように、室温から加熱した後でもよく、或いはオンラインでの熱間加工の後でもよい。

このように、鋼をオーステナイト域に加熱した後、フェライトが析出し、そのなかの平衡固溶C量が十分な量になるように、上記加熱温度から500～700℃、好ましくは550～650℃の温度域まで徐冷（一次冷却）して、初析フェライトを析出させる。従つて、上記一次冷却速度は、初析フェライトが析出する冷却速度であればよく、比較的遅い冷却速度である。急冷すれば、ベイナイトやマルテンサイトを生成するので好ましくない。また、上記一次冷却停止温度は、700℃を越えるときは、初析フェライトが十分に析出しないおそれがあり、他方、500℃よりも低いときは、Cの固溶量が不十分となる。

21

次いで、初析フェライト中の固溶C量が5～50 ppm となるように、鋼を上記温度域から室温まで急冷する。この二次冷却速度は、室温まで十分な量の固溶Cを析出させずに保持させるのに必要な冷却速度であればよいが、通常は、そのために水焼入れが採用される。しかし、用いる材料によつては、特に、これに限定されるものではない。

本発明による第2群の快削鋼は、このような第1群の鋼を更に処理することによつて得ることができる。即ち、前述したように、初析フェライト中に5～50 ppm のCを固溶させて、第1群の鋼を得た後、第3図に示すように、50～300℃の温度域にて時効させることによつて、固溶Cを切削中に初析フェライト中に再固溶し得る直径100 nm以下の微細な炭化物として析出させることによつて得ることができる。

上記時効温度が50℃よりも低いときは、十分な量の炭化物を析出させることができない。逆に、時効温度が300℃よりも高いときは、析出した炭化物が100 nmよりも大きい粒子に巨大化し

22

て、切削中に初析フェライト中に再固溶しないので、仕上面精度の向上を達成することができない。
発明の効果

以上のように、本発明によれば、所定の化学成分を有する鋼をオーステナイト域に加熱した後、500～700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5～50ppm固溶させることによつて、第1群の快削鋼を得ることができる。

かかる本発明による快削鋼によれば、前述したように、動的歪時効を起こす初析フェライト中の固溶Cを増加させ、切削時に構成刃先を小さく安定化させることができるので、仕上面精度のよい快削鋼を得ることができる。

更に、本発明によれば、所定の化学成分を有する鋼をオーステナイト域に加熱した後、500～700℃の温度域まで徐冷して、初析フェライトを析出させ、次いで、上記温度域から急冷して、上記初析フェライト中にCを5～50ppm固溶さ

せた後、50～300℃の温度域にて時効させることによつて、固溶Cを切削中に初析フェライト中に再固溶し得る直径100nm以下の微細な炭化物として析出させることによつて、第2群の快削鋼を得ることができる。

かかる本発明による快削鋼によれば、前述したように、切削中に初析フェライトに再固溶する微細な炭化物を増加させ、切削時に構成刃先を小さく安定化させて、仕上面精度を向上させることができる。

従つて、本発明によれば、従来のように、窒素量の高い特殊な原料を用いる必要がなく、また、仕上面精度のばらつきも少ない。更に、窒素量の増加の場合に生じる熱間加工性の低下もない。

実施例

以下に実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれら実施例により何ら限定されるものではない。

実施例1

第1表に示す化学成分を有する供試材を容量1

23

50kgの高周波炉で真空溶解し、直径80mmの丸棒に熱間加工した。これらの鋼材のうち、本発明鋼の製造としては、第1図に示すように、910℃で2時間、熱処理し、550～650℃まで空冷し、その後、水焼入れして、固溶Cを増大させた。また、比較鋼の製造としては、同じ供試材を第2図に示すように、910℃で2時間、熱処理した後、室温まで空冷した。

固溶Cは、熱間加工後に導入されるので、熱間加工性には何ら影響を及ぼさない。内部摩擦法によつて測定した固溶C量を第2表に示す。本発明鋼によれば、比較鋼に比べて、固溶C量が高く、また、焼入れ温度の上昇と共に高くなることが示されている。

被削性試験は、ハイス工具SKH4を用い、単軸自動盤にて、速度40～100m/分、送り0.04mm/rev.にてフォーミング加工し、仕上面粗さを測定した。また、仕上面粗さに対して重要な要因である構成刃先の大きさも、切削試験後に測定した。

25

24

本発明鋼においては、比較鋼に比べて、第2表に示すように、構成刃先が小さく安定しているために、仕上面粗さが改善されている。これに対して、従来から行なわれているように、窒素量を増加させる方法によれば、A₂量が窒素を固定するのに十分でない場合にも、仕上面粗さをそれほど改善しない場合があり、且つ、ばらつきも大きい。
実施例2

第1表に示す化学成分を有する供試材を容量150kgの高周波炉で真空溶解し、直径80mmの丸棒に熱間加工した。これらの鋼材のうち、本発明鋼の製造としては、第3図に示すように、910℃で2時間、熱処理し、550～650℃まで空冷し、その後、水焼入れして、固溶Cを増大させた。次いで、150℃で10分間の時効処理を行なつて、初析フェライト中の固溶Cを微細な炭化物として析出させた。

比較鋼は、同じ供試材を第2図に示すように、910℃で2時間、熱処理した後、室温まで空冷して製造したものであつて、それぞれ実施例1と

26

同じである。

上記析出した微細な炭化物は、熱間加工後に導入されるので、熱間加工性には何ら影響を及ぼさない。時効処理の前後に内部摩擦法によつて測定した固溶C量の差を微細な炭化物として固定されたC量と仮定して、その結果を第3表に示す。本発明鋼によれば、比較鋼に比べて、微細な炭化物として固定されたC量が高いことが示されている。

第2表に示す本発明鋼9-Bの金属組織の透過型電子顕微鏡写真を第4図に示し、比較鋼9-Aの金属組織の透過型電子顕微鏡写真を第5図に示す。

被削性試験は、実施例1と同じ方法で行なつて、仕上面粗さを測定した。また、仕上面粗さに対して重要な要因である構成刃先の大きさも、切削試験後に測定した。

本発明鋼においては、比較鋼に比べて、第3表に示すように、構成刃先が小さく安定しているために、仕上面粗さが改善されている。

27

第 1 表

鋼記号	化 学 成 分 (重量%)							そ の 他
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	
1	0.07	<0.01	0.98	<0.005	0.08	0.31	0.003	
2	0.08	<0.01	1.02	<0.005	0.07	0.32	0.004	Bi:0.20
3	0.08	<0.01	1.03	<0.005	0.07	0.33	0.004	Pb:0.25
4	0.09	<0.01	1.05	<0.005	0.08	0.33	0.003	Pb:0.24 Te:0.05
5	0.08	<0.01	1.04	<0.005	0.07	0.32	0.003	Pb:0.23 Se:0.04
6	0.07	<0.01	1.00	<0.005	0.08	0.33	0.007	
7	0.08	<0.01	0.99	<0.005	0.08	0.31	0.010	
8	0.15	0.20	0.52	0.031	0.002	0.04	0.002	
9	0.14	0.20	0.52	0.012	<0.005	0.06	0.002	
10	0.14	0.20	0.52	0.010	<0.005	0.07	0.005	
11	0.14	0.20	0.51	0.010	<0.005	0.08	0.010	
12	0.14	0.19	0.52	0.011	<0.005	0.08	0.015	
13	0.08	<0.01	1.10	<0.005	0.07	0.34	0.004	Se:0.06
14	0.07	<0.01	1.08	<0.005	0.08	0.32	0.005	Te:0.10
15	0.09	<0.01	1.05	<0.005	0.07	0.31	0.003	Pb:0.35, Bi:0.04, Te:0.07
16	0.15	0.19	0.50	0.012	<0.005	0.07	0.005	Pb:0.09
17	0.16	0.21	0.51	0.009	<0.005	0.08	0.004	Pb:0.11, Bi:0.08, Te:0.03, Se:0.05

28

—300—

第 2 表

	種 類	焼入温度 (℃)	固溶 C (ppm)	切削速度 (m/分)	仕上面粗さ (Rz)	構成刃先大きさ (μm)
1-A	比較鋼		2.0	100	28	152
1-B1	発明鋼	550	11.5	100	23	138
1-B2	発明鋼	600	22.7	100	20	122
1-B3	発明鋼	650	49.3	100	18	109
2-A	比較鋼		1.6	100	13	85
2-B	発明鋼	600	25.2	100	9	72
3-A	比較鋼		2.5	100	15	107
3-B	発明鋼	600	30.2	100	11	89
4-A	比較鋼		1.8	100	13	84
4-B	発明鋼	600	23.1	100	10	69
5-A	比較鋼		2.2	100	14	89
5-B	発明鋼	600	24.0	100	11	73
6-A	比較鋼		1.9	100	23	138
6-B	発明鋼	600	27.5	100	18	122
7-A	比較鋼		2.4	100	27	145
7-B	発明鋼	600	20.9	100	21	124
8-A	比較鋼		1.4	40	52	352
8-B	発明鋼	550	6.8	40	45	309

2 9

(第 2 表 続き)

	種 類	焼入温度 (℃)	固溶 C (ppm)	切削速度 (m/分)	仕上面粗さ (Rz)	構成刃先大きさ (μm)
9-A	比較鋼		1.6	40	49	325
9-B	発明鋼	600	14.6	40	40	279
10-A	比較鋼		1.9	40	45	320
10-B	発明鋼	600	11.6	40	38	375
11-A	比較鋼		1.5	40	47	295
11-B	発明鋼	600	14.8	40	39	275
12-A	比較鋼		1.2	40	42	287
12-B	発明鋼	600	12.4	40	35	262
13-A	比較鋼		2.3	100	22	131
13-B	発明鋼	600	18.5	100	17	105
14-A	比較鋼		3.0	100	24	128
14-B	発明鋼	600	22.3	100	16	95
15-A	比較鋼		1.7	100	10	79
15-B	発明鋼	600	19.9	100	7	42
16-A	比較鋼		1.8	40	42	223
16-B	発明鋼	600	10.9	40	33	199
17-A	比較鋼		1.1	40	33	189
17-B	発明鋼	600	9.7	40	25	171

3 0

第 3 表

	種 類	焼入温度 (℃)	固定C量 ¹⁾ (ppm)	切削速度 (m/分)	仕上面粗さ (Rz)	構成刃先大きさ (μm)
1-A	比較鋼		2.0	100	28	152
1-B1	発明鋼	550	10.9	100	24	130
1-B2	発明鋼	600	21.7	100	20	125
1-B3	発明鋼	650	47.5	100	19	113
2-A	比較鋼		1.6	100	13	85
2-B	発明鋼	600	23.4	100	10	71
3-A	比較鋼		2.5	100	15	107
3-B	発明鋼	600	28.3	100	11	93
4-A	比較鋼		1.8	100	13	84
4-B	発明鋼	600	20.6	100	11	65
5-A	比較鋼		2.2	100	14	89
5-B	発明鋼	600	22.8	100	12	73
6-A	比較鋼		1.9	100	23	138
6-B	発明鋼	600	25.6	100	19	125
7-A	比較鋼		2.4	100	27	145
7-B	発明鋼	600	18.9	100	23	132
8-A	比較鋼		1.4	40	52	352
8-B	発明鋼	550	5.8	40	46	301

(注) 1) 比較鋼については、固溶C量を示す。

3 1

(第3表続き)

	種 類	焼入温度 (℃)	固定C量 ¹⁾ (ppm)	切削速度 (m/分)	仕上面粗さ (Rz)	構成刃先大きさ (μm)
9-A	比較鋼		1.6	40	49	325
9-B	発明鋼	600	13.0	40	42	265
10-A	比較鋼		1.9	40	45	320
10-B	発明鋼	600	9.3	40	40	281
11-A	比較鋼		1.5	40	47	295
11-B	発明鋼	600	13.8	40	40	269
12-A	比較鋼		1.2	40	42	287
12-B	発明鋼	600	9.4	40	36	263
13-A	比較鋼		2.3	100	22	131
13-B	発明鋼	600	16.2	100	16	101
14-A	比較鋼		3.0	100	24	128
14-B	発明鋼	600	20.9	100	12	89
15-A	比較鋼		1.7	100	10	79
15-B	発明鋼	600	17.7	100	9	51
16-A	比較鋼		1.8	40	42	223
16-B	発明鋼	600	9.3	40	33	202
17-A	比較鋼		1.1	40	33	189
17-B	発明鋼	600	8.3	40	28	169

(注) 1) 比較鋼については、固溶C量を示す。

3 2

4. 図面の簡単な説明

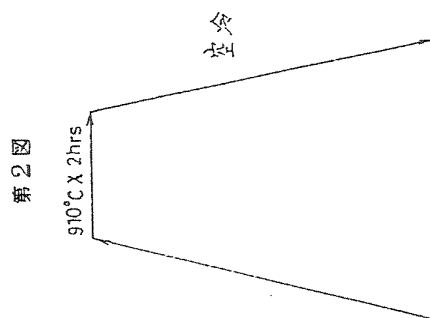
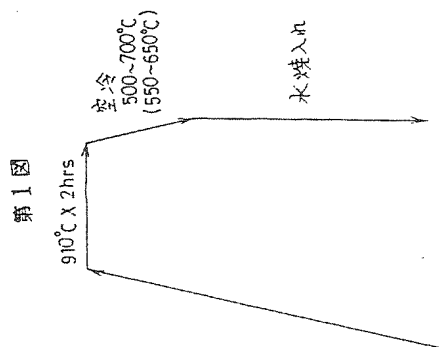
第1図は、本発明による第1群の快削鋼の製造を示す熱処理図、第2図は、従来の方法による快削鋼の製造を示す熱処理図、第3図は、本発明による第2群の快削鋼の製造を示す熱処理図である。

第4図は、本発明鋼の一例の金属組織を示す過型電子顕微鏡写真、第5図は、比較鋼の一例の金属組織を示す透過型電子顕微鏡写真である。

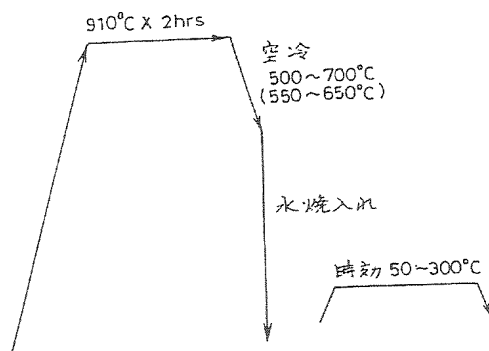
特許出願人 株式会社神戸製鋼所
代理人 弁理士 牧 野 逸



3 3

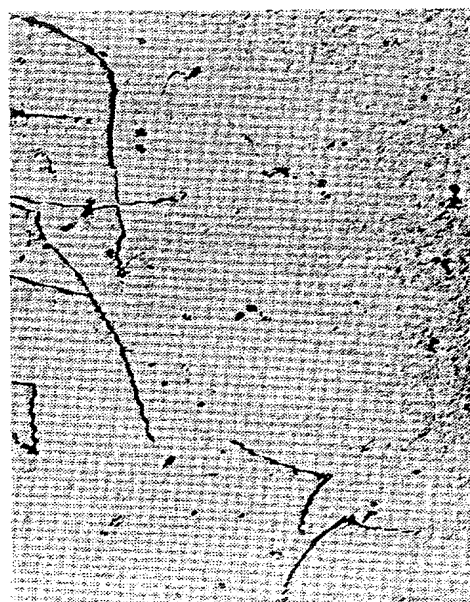


第 3 図



1 μ m

第 4 図



1 μ m

第 5 図